

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/314500075>

Olivino-lamproita del Campo de Lamproitas Ybytyruzú, Paraguay Oriental. Olivine-lamproite from Ybytyruzú Lamproite Field, Eastern Paraguay.

Article · May 2017

CITATIONS

0

READS

124

7 authors, including:



Jaime Leonardo Baez Presser

International Association for Geoethics

94 PUBLICATIONS 101 CITATIONS

SEE PROFILE



Rogelio Acevedo

Centro Austral de Investigaciones Científicas

203 PUBLICATIONS 358 CITATIONS

SEE PROFILE



R. N. Alonso

National University of Salta

152 PUBLICATIONS 2,219 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Geología de la Formación Patiño (ONGagua) [View project](#)



Durante mi carrera como Investigador del CONICET trabajé en Paleobotánica del Paleozoico Superior [View project](#)

ARTICLE INFO

Submitted: 26.02.2017

Accepted: 06.05.2017

Available Online: 30.05.2017

Pyroclastic Flow

Journal of Geology- ISSN:0719-0565;
www.pyflow.geohiggins.com

Pyroclastic Flow, 7 (1),
1-15

2017

Olivino-lamproita del Campo de Lamproitas Ybytyruzú, Paraguay Oriental.

Olivine-lamproite from Ybytyruzú Lamproite Field, Eastern Paraguay.

Jaime Leonardo Baez Presser¹, Nikolay V. Vladykin², Peter Rene Bitschene³, Matías J. Tondo O.⁴, Rogelio Daniel Acevedo⁵, Ricardo Alonso⁶, Pedro Benitez[†]

¹ Jaime Presser Exploraciones, Asunción - Paraguay.

² Institute of Geochemistry SB of RAS, Irkutsk, Rusia.

³ Director Museo Ciencias Naturales de Gerolstein, Hauptstr. 72, 54568 Gerolstein/Alemania.

⁴ Ciencias Geológicas, Universidad Nacional de Asunción - Paraguay.

⁵ Centro Austral de Investigaciones Científicas Ushuaia, Argentina.

⁶ Universidad Nacional de Salta-CONICET, Argentina.

Mail de contacto/Contact e-mail: jaimleonardobp@gmail.com

RESUMEN. En el presente trabajo se realiza la descripción de la geología, la química mineral, comentarios sobre su geoquímica y caracterización de la intrusión Yzu-4 emplazada en el Campo de rocas lamproíticas del Ybytyruzú, Paraguay Oriental. De acuerdo a la petrografía y química mineral, con refuerzos de química de roca (elementos mayores, menores, trazas e isótopos de Sr y Nd), Yzu-4 se trata de una sanidina diopsido analcima, olivino lamproita expuesta junto a un inferido (a partir de imágenes de satélite Landsat 4-5 y 7) conducto alimentador (*feeder*) de una intrusión en forma de *pipe* de unos 900x900 metros de diámetro y que está situada a menos de 1500 metros de un otro conducto de olivino lamproita rica en micas (también inferido como *pipe* diamantífera). El Campo de lamproitas del Ybytyruzú yace sobre el corazón Archon profundo del cratón Rio de la Plata.

Palabras Clave: Olivina-Lamproita Yzu-4, Cratón-Archon Rio de la Plata, Diamantes.

ABSTRACT. In the present work is carried out the description of geology, mineral chemistry, geochemistry, and characterization of the Yzu-4 intrusion that occurs in the Ybytyruzú lamproites field, Eastern Paraguay. According to the petrography and mineral chemistry, with reinforcements of rock chemistry (major, minor and traces elements and isotopes of Sr and Nd), Yzu-4 belongs to sanidine diopside analcime, olivine lamproite exposed next to a inferred (from Landsat 4-5 and 7 satellite imagery) pipe-shaped intrusion of 900x900 meters in diameter and located less than 1500 meters from another intrusion of diamond-bearing olivine lamproite rich in micas (also inferred as pipe). The Ybytyruzú lamproites field lies on the deep Archon heart of Rio de la Plata craton.

Keywords: Olivine-Lamproite Yzu-4, Archon-Craton Rio de la Plata, Diamonds.

INTRODUCCION

En el Paraguay las primeras referencias sobre lamproitas provienen de Bitschene (1987), Presser y Bitschene (1990), Presser (1991, 1994 y 1992); sin embargo, es solo con los trabajos de química mineral realizados por Presser (1998) que auténticas lamproitas son clasificadas y posteriormente difundidas por Presser *et al.* (2000); Vladyskin *et al.* (2000) y ampliamente caracterizadas en Presser *et al.* (2014).

Con el descubrimiento de la riquísima fuente primaria de diamantes, la olivino lamproita Argyle (por ejemplo, Jaques *et al.*, 1986) se aceleró la búsqueda de lamproitas similares por todo el mundo. En América de Sur, hasta el momento, sin lugar a dudas solo en Perú (Carller y Lorand, 1997) y Paraguay (Presser *et al.*, 2014; Vladyskin *et al.*, 2014; Presser, 2016 y referencias asociadas) se conocen auténticas lamproitas. La Rex Diamond Mining Corporation, (2003) recuperó un macro-cristal de diamante de 1 mm. de lo que fue descrito como un dique de 4 metros de ancho de roca lamproítica, en el extremo NNW de la Cordillera del Ybytyruzú. Presser (2016)

enfatisa que la presencia de fuentes primarias de diamantes encontrados en Paraguay son debidas a lamproitas tipo Argyle en el campo de lamproitas: del Ybytyruzú, Capiibary, Concepción-Amambay, entre otros; donde lamproitas del campo Concepción-Amambay estarían enriquecidas en diamantes de color rosado.

Este trabajo se focaliza hacia la descripción de la geología, la química mineral, con comentarios sobre su geoquímica y aproximando una caracterización más apropiada de la intrusión Yzu-4 (Presser *et al.*, 2014) que aparece en el en el *Campo de lamproitas Ybytyruzú*; en principio vista como un dique de apariencia lamprofídica (picrítica) a lamproita-transicional (Presser, 1998 y Presser *et al.*, 2014)); que con nuevas observaciones y toma de muestras, en este texto, recibirán refuerzos y otro enfoque. Se trata de la intrusión situada en el flanco NNW de la Cordillera del Ybytyruzú, sitio Vista Alegre en los alrededores de la Localidad de Melgarejo (Colonia Independencia) en el Dpto. del Guairá, Paraguay-Oriental (Fig. 1).

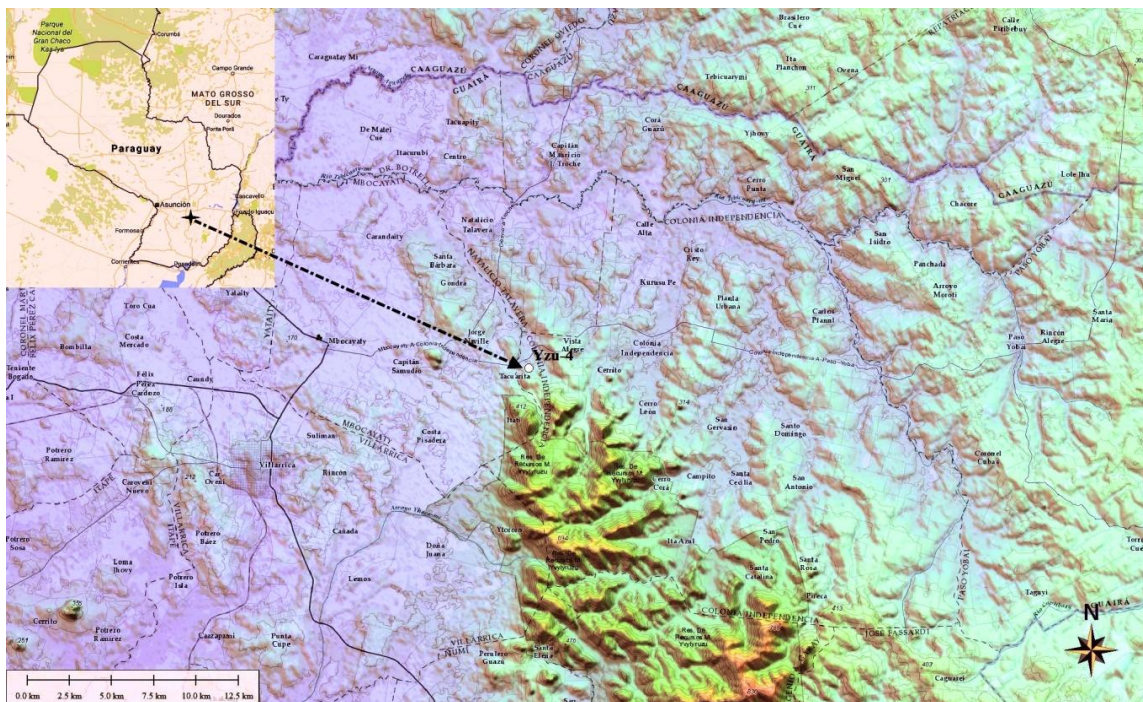


Fig. 1: Ubicación de la ocurrencia Yzu-4, situado en el NNE de la Cordillera del Ybytyruzú, en Melgarejo (Colonia Independencia), Dpto. Del Guairá, Paraguay Oriental.

METODOLOGÍA

Los mapas se generaron en diferentes programas SIG (P/ej. Google Earth).

Con ayuda de una microsonda electrónica marca JEOL SUPERPROBE 8600s con cinco espectrómetros conteniendo los cristales WDS UF, TAP, PET, STE, y las secciones previamente cubiertas con película de carbono fueron analizadas siguiendo las condiciones de trabajo siguientes: potencial de aceleración 15kv; corriente de la muestra 20nA y tiempo de interacción 10 a 30 segundos (IG, USP, 1996-1998).

El programa utilizado para análisis de silicatos (p. ej. turmalinas), y en gran número de muestras también para minerales óxidos, determino los siguientes óxidos: SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Cr₂O₃, FeO, NiO, MnO, MgO, CaO, BaO, Na₂O y K₂O. El programa utilizado especialmente para análisis de óxidos aporito: SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Cr₂O₃, FeO, NiO, MnO, MgO y ZnO. Los datos fueron corregidos para radiación de fondo, *drift* y efectos de matriz (ZAF) por medio del programa de uso interno del laboratorio (IG, USP, 1996-1998).

El Fe₂O₃ en espinelas y átomos por fórmula unitaria (apfu) en anfíboles fueron re-calculados por estequiometría.

Los estudios petrográficos fueron conducidos con auxilio de un microscopio Zeiss del laboratorio de óptica del IG, USP (1996-1998) para descripción, conteo de puntos y fotografía de las secciones delgadas.

GEOLOGÍA

Presser (2016) comenta que el “corazón” del cratón Río de la Plata, deducido de tomografía sísmica (Modelo TX2011 con perturbación de la velocidad de la onda S; -dVs %), está formado por dos grandes fragmentos Archon (Apa y Plata - denominación informal, situados entre Paraguay, Argentina, Uruguay y Brasil) y un pequeño tercer fragmento con características de Archon/Proton (Tebicuary -denominación informal); donde la

profundidad de los Archones estaría entre 210-280 km. Bloque Archon profundo y así ideal para el emplazamiento de fuentes primarias productivas de diamante. El área cratónica está mayormente cubierta por sedimentos y lavas (toleíticas) de la Cuenca del Paraná; con ello tratándose de un bloque Archon de tipo plataforma (*platform*) y con exposiciones de su basamento cristalino en islas de pocos kilómetros cuadrados (por ejemplo en Uruguay). La Fig. 2, reproduce un refinado límite de este “corazón” Archon del cratón Río de la Plata, basado en perfiles verticales E-W (15 en total) y N-S (13 en total) de 0 a 400 Km. de profundidad; donde la Fig. 3 es el perfil en la línea -26S entre -35 a -75W – i.e. área de las inmediaciones de la Cordillera del Ybytyruzú. La Fig. 2 que muestra como las lamproítas (con diamante) del Ybytyruzú (Presser et al., 2014 y referencias), Capiibary y Concepción/Amambay (Presser, 2016) se sitúan en el eje central del comentado “corazón” Archon; que como se ve en la Fig. 3 el *Campo de lamproítas del Ybytyruzú* se emplazó sobre una porción profunda del comentado Archon.

Al lado de la base del flanco NW del borde de la Cordillera del Ybytyruzú (Fig. 1), parte del *Campo de lamproítas del Ybytyruzú* (cf. Presser et al., 2014) del Mesozoico (Bitschene, 1987), fue observada en algo más de 5 metros la exposición de roca volcánica, gris oscuro, porfírica con feno/mega-cristales olivino fresco/pseudomorfizado, milimétrico; micro-feno-cristales de piroxeno prismático verde y ocasionalmente mega/feno-cristales de mica oscura sumergidos en una matriz muy fina de aspecto basaltoide (Fig. 8 A). La roca fue originalmente indicada como dique por Presser (1998) y por Presser et al. (2014) =Yzu-4 (-25.726857° y -56.288288°); mas una revisión basada en imágenes de satélite Landsat 4-5 (Fig. 4) y Landsat 7 (Fig. 5) parecen tratarse de la exposición del conducto alimentador (*feeder*) de una intrusión en forma de “*pipe*” de unos 900 x 900 metros de diámetro. El afloramiento aparece encajado entre sedimentos clásticos de tonos de beige. Sedimentos que a su vez están cortados por diques métricos totalmente meteorizados de una probable lamproíta (Fig. 6).

Fig. 2: Refinada litosfera Archon del “corazón” (no dividido) del cratón del Río de la Plata, basado en la tomografía sísmica que ocupa los territorios de Paraguay, Argentina, Uruguay y una pequeña fracción de Brasil. Archon como una línea púrpura (~200 Km de profundidad mínima) que representa el 4,1% -dVs% del modelo TX2011 de <http://ds.iris.edu/>; y ajustes locales con gravimetría de satélite (<http://bgi.omp.obs-mip.fr/> -accesos 2016/2017) y magnetometría de satélite (EMAG2_V3 de www.ngdc.noaa.gov -accesos 2016/201) (Presser en preparación); otros detalles en relación ver en Presser (2016). La figura está trazada encima del modelo horizontal tomográfico TX2011 a 200 km de profundidad (multiplicado por 1000 para producir contrastes). Los 3 campos de lamproítas con diamante en Paraguay (bolas blancas; Presser, 2016) se sitúan perfectamente junto al eje central del Archon. Terrenos Archon/Proton como una línea rosa discontinua y cinturones en línea negra rayada

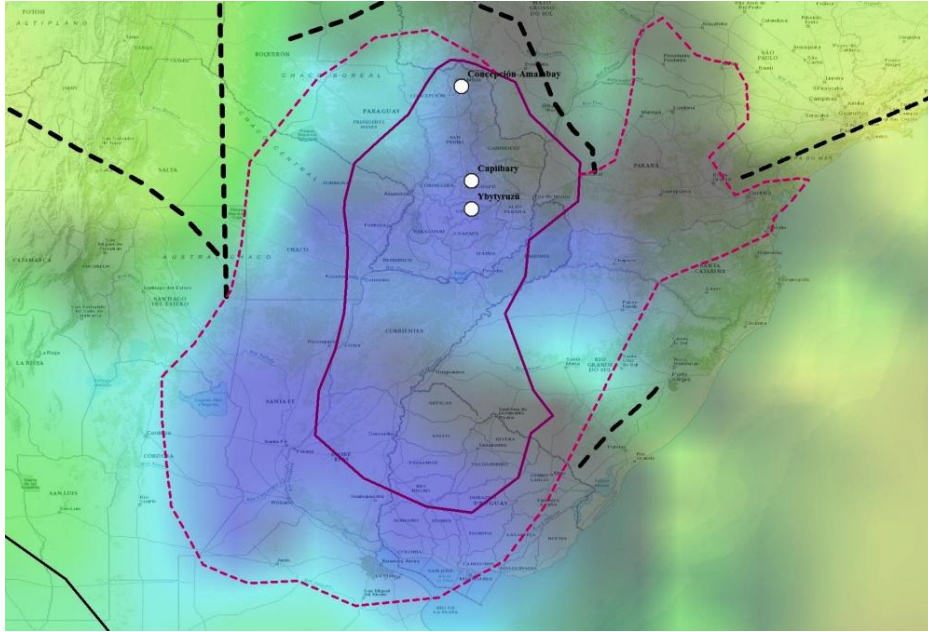
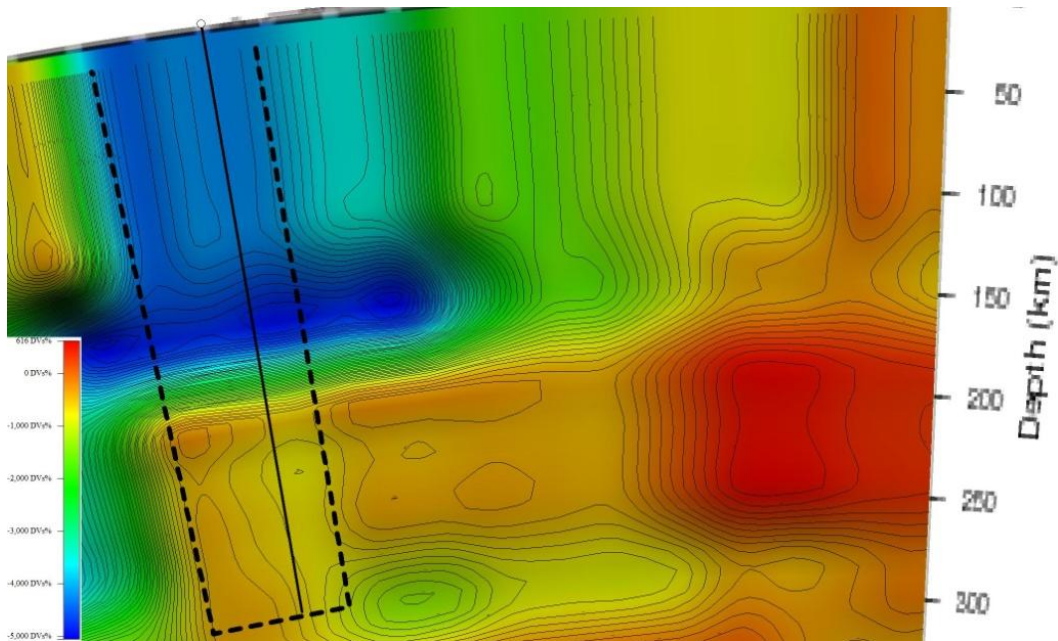


Fig. 3: Perfil vertical (entre -35 a -75 W en -26S (Ybytyruzú), aquí reproducida una porción de 0 a 400 km de profundidad de la litosfera Archon del “corazón” (línea discontinua gruesa) del cratón del Río de la Plata, que como la figura anterior se trazo con base la tomografía sísmica TX2011. La porción Archon representa el 4,1% $-dVs\%$ de TX2011 (también aquí multiplicado por 1000 para producir contrastes) -que define un Archon sísmico de 300 km de profundidad; es decir un cratón probable de entorno de los 270 km de profundidad si se resta el 10% (30 km). Entre 170 y 250 km, los niveles de velocidad más lentos podrían deberse a niveles de eclogita o el manto transformado (metasomatismo potásico?). La línea vertical representa el sitio de la intrusión de Yzu-4.



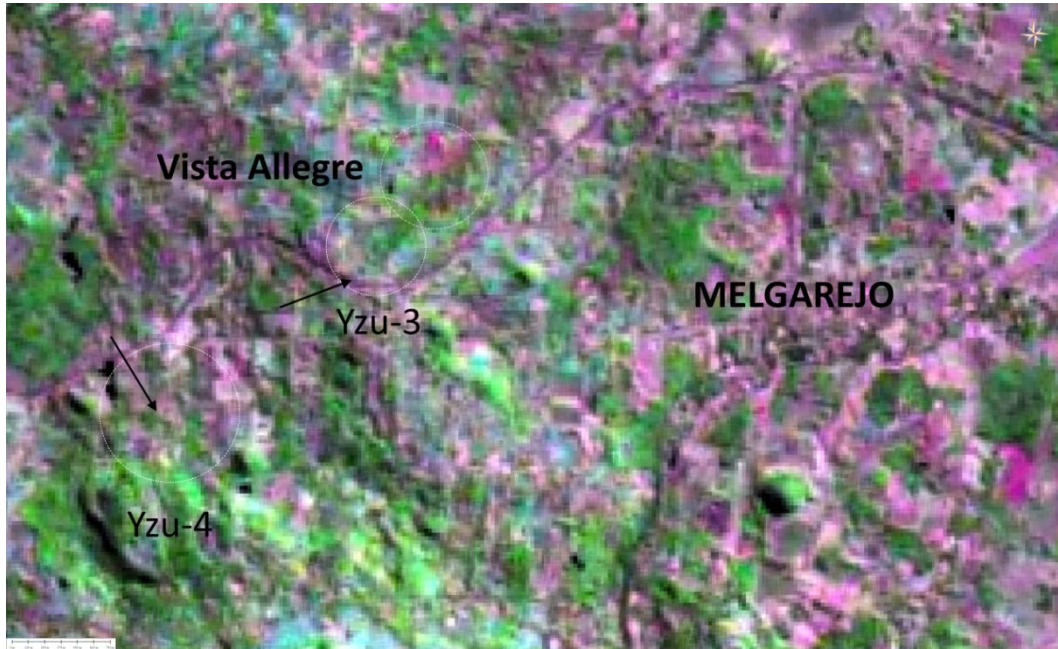


Fig. 4: Imagen de satélite Landsat 4-5 (1990)(<https://landsat.usgs.gov/>) en los alrededores de la ciudad de Melgarejo; donde junto al área de Vista Alegre ocurren las intrusiones de los conductos (muy probables pipes) Yzu-3 y Yzu-4. En la imagen Yzu-3 y Yzu-4 parecen indicar un círculo externo (línea de trazo muy fino) que correspondería a la extensión del *pipe* de lamproita (*lamproite pipe spread*) y en su interior un collar que rodea un círculo central o cono alimentador (*feeder*). En Yzu-3 (que sería un *pipe* bi-lobulado) la flecha junto la línea que sugiere los límites del pipe de lamproita observados mediante exposiciones de una flogopita olivino lamproita re-sedimentada (*Resedimented volcaniclastic phlogopite olivine-lamproite*) y junto a la flecha que indica el círculo central, encima de Yzu-4, ocurre la exposición de la roca que en este trabajo es comentado. Entre Yzu-3 e Yzu-4 (y un poco a sus lados) se posiciona un “enjambre” de diques (sub-métricos a métricos) de rumbo NW-SE y por lo general de composición lamproítica/lamprofídica.



Fig. 5: Imagen de satélite Landsat 7 (2000)(<https://landsat.usgs.gov/>) sobre la misma área de la figura anterior; i.e., en los alrededores de la ciudad de Melgarejo; donde junto al área de Vista alegre ocurren las intrusiones de los conductos (muy probables pipes) Yzu-3 y Yzu-4. Imagen que permite un otro ángulo de definición de los probables pipes método como ya realizado en el estudio de un *pipe* de kimberlita por Mainkar et al. (2004).



Fig. 6: Probable dique de olivino lamproita profundamente meteorizado. El dique de como 2 metros de ancho ocurre a pocos metros antes del sitio de exposición de Yzu-4. La roca encajante es una arenisca de color claro en tonos de beige donde la interpretación de las imágenes de satélite (Fig. 4 y 5) sugieren, por su posición dentro de la anomalía de *pipe*, que ella podría tratarse de sedimentos volcánoclasticos poligénicos; i.e. depósitos de flujo masivo y deslizamiento de tierra y colmata-miento en el interior del potencial *pipe* y que se habrían derivado del Grupo Pérmico Independencia (sedimentos lamproíticos re-trabajados de ambiente lacustre?) -que son ricos en granos de cuarzo. Comportamiento observado en *pipes* lamproíticas, por ejemplo, Ellendale 4 y 9 por Stachel *et al.* (1994) y también indicado por Presser *et al.* (2014) junto a la intrusión Yzu-100.



Fig. 7: Afloramientos de la roca Yzu-4. Aquí también se observan a los sedimentos ya comentados en la figura anterior. El Geol. Matias T.O. y Jaime B.P. observan los fragmentos de la roca Yzu-4 que se encuentran enmascarados por bloques de la arenisca.

PETROGRAFIA

En la muestra examinada de Yzu-4 (Presser, 1998), la textura (Fig. 8 B y C -junto a la A que corresponde a una nueva toma de muestras) es porfirítica, algo en seriada, con fenocristales de olivino y piroxeno prismático poligonal tabular, que se presentan con dimensiones sub-milimétricas (micro-fenocristal) a milimétricas. Menos frecuentes aparecen fenocristales subhedrales a anhedrales de mica, sub-milimétrica a milimétricas, parcial a totalmente pseudomorfizadas por opacos, por lo que sugiere

corrosión e inestabilidad en el magma encajante. La matriz es fina (<0,5 mm) con una marcada textura pan-hidromórfica formada por abundantes cristales redondeados glomerulofídicos de leucita pseudomorfa (analcima) entre los que se aparecen en forma de islas la espinela, el piroxeno intercalados con listones de feldespato alcalino y trazas de carbonato. El apatito es un mineral accesorio frecuente, (Fig. 8 B y C). Los datos petrográficos permiten definir, preliminarmente, a YZU-4 como una roca compuesta por feldspatoide, olivino, piroxeno, con feldespato alcalino; es decir una probable lamproita.

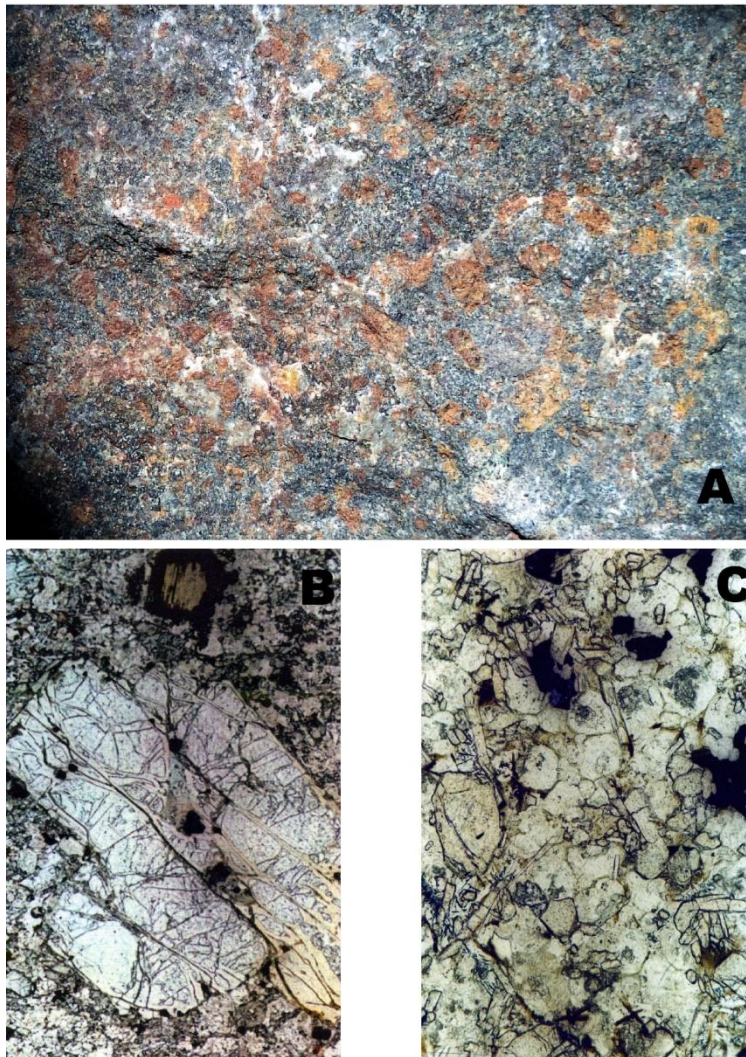


Fig. 8: Detalles petrográficos de la roca Yzu-4. En A, macro-foto sobre mega-cristales (mayoría macros milimétricos) de olivino con color caramelo (por algo de alteración) que sobresalen sobre una matriz gris micro-granular fina a muy fina (zoom en un fragmento que corresponde a una nueva toma de muestras). En B, un mega-cristal de olivino parcialmente serpentinizado y un fenocristal de flogopita con corona de opacos, visto en microscopia de nicoles descruzados (10X). En C, *zoom* sobre la matriz (50X) que denota cristales redondeados glomeroporfiríticos de leucita (analcimitizada) y entre ellos cristales verde algo marrones de diópsido, minerales opacos y listones de sanidina - visto en microscopia de nicoles descruzados.

GEOQUIMICA

Brevemente, respecto a la muestra examinada de Yzu-4 (Presser, 1998) se puede indicar que ha sido analizado por Gibson *et al.* (1996) y Vladykin (2013, datos no publicados). Datos de química de roca que señalan: K₂O: 4.95%; K₂O/Na₂O: 2; MgO: 11,35%, CaO: 8.7%; Al₂O₃: 10.16%; FeO: 9.75%; TiO₂: 1.61; Ni: 262 ppm; Cr: 906 ppm; Ba: 2169 ppm; Zr: 316 ppm; Rb: 100 ppm Sr: 1538 ppm.; La: 106 ppm.; Molar K₂O/Al₂O₃= 0.53; Molar (K₂O+N₂O)/Al₂O₃= 1; Niggli mg= 67.2; Niggli k=52.47. Además de proporciones moderadas de Ba/Yb (1854) y La/Yb (90) y relaciones isotópicas de 87-Sr/86-Sr: 0.707366 y 143-Nd/144-Nd: 0.511720. Esta roca se caracteriza por poseer relaciones 100xTh/Zr (31,1) Vs 100xNb/Zr (7,6) y Nb/Zr también detectadas en lamproitas.

MINERALOGÍA RESPECTO A LA MUESTRA EXAMINADA DE YZU-4 (PRESSER, 1998)

En YZU-4 olivino (Fig. 8 B) aparece en torno de 15% (alrededor de 20 a 25% en nueva toma de muestras, Fig. 8A) modal como fenocristales milimétricos a mega-cristales tabulares algo poligonales, con frecuencia con sus bordes y a través de fracturas totalmente pseudomorfizados por serpentina. Olivinos que tienen abundantes inclusiones microscópicas de cromita. Ellos se presentan zonados, con variaciones de su composición en Fo₇₅-Fo₈₉ centro a Fo₈₁-Fo₈₇ en el borde. Y presentando moderado CaO (0,0-0,46%, en el centro y 0.23-0.32 % en los bordes); NiO (0,14-0,34 en el centro y 0.15-0,17 % en los bordes) y valores inferiores a 0.5% de MnO (Tabla-1). Estas características químicas permiten encuadrarles como olivino del tipo crisolita.

ID	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Body	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4
Mineral	Olv	Olv	Olv	Olv	Olv	Olv	Olv	Olv	Olv	Olv	Olv	Olv
SO ₂	40.71	39.71	40.79	41.38	40.67	39.97	40.19	39.26	39.16	39.62	40.19	40.39
FeO	10.73	17.68	12.14	12.29	13.1	14.7	15.91	12.85	14.44	14.54	17.99	16.95
MnO	0.15	0.36	0.1	0.09	0.15	0.37	0.3	0.03	0.11	0.29	0.4	0.45
MgO	49.51	43.56	47.81	45.95	47.27	45.59	44.01	21.86	46.42	47.34	42.81	43.68
CaO	0.14	0.32	0.27	0.23	0.17	0.23	0.46	0	0.21	0.32	0.35	0.44
NiO	0.31	0.15	0.15	0.2	0.16	0.17	0.01	0.34	0.26	0.15	0.08	0.14
Total	101.55	101.78	101.26	100.14	101.52	101.03	100.88	74.34	100.6	102.26	101.82	102.05
Fe_FeMg	0.11	0.19	0.12	0.13	0.13	0.15	0.17	0.25	0.15	0.15	0.19	0.18
Mg_FeMg	0.89	0.81	0.88	0.87	0.87	0.85	0.83	0.75	0.85	0.85	0.81	0.82

Tabla 1: Composición de olivinos (crisolitas) en Yzu-4. Donde, **a** indica centro y **b** borde del cristal.

En YZU-4, piroxenos ocurren como fenocristales prismáticos de unos pocos milímetros, incoloros o de color levemente verdoso y bordes algo zonificados. La matriz se compone de piroxeno idiomórficos con tonos algo marrón-verdosos que tienen bajos porcentajes de Al₂O₃ (1,27-2.02% en el centro a 1,0 a 2,63% en el borde y la matriz (aluminoso en parte) TiO₂ (0,25-0,91% en el centro a 0.49-1,33% en el borde y la matriz son titaníferos en parte); Na₂O (<0,51%) y valores de Cr₂O₃ inferiores a 0,70% (Tabla-2). Estas características químicas permiten encuadrarles como un diópsido titanífero con bajo aluminio.

Se registraron raras micas en Yzu-4 como micro-fenocristales (a mega-cristales centimétricos observados en la nueva toma de muestras,) de color marrón con pleocroísmo débil (marrón a amarillo miel) y que están parcial o totalmente en los bordes pseudomorfizadas por opacos. Se analizaron los centros y los bordes de fenocristales y se midieron alto: Mg# (0,80-0,87), Cr₂O₃ (0,40-1,22%) y Al₂O₃ (14.61-14.95% - aluminosas), y moderado contenido de TiO₂ (2,87- 2,97% titanífero). Estas características químicas permiten encuadrarles como flogopita aluminosa titanífera.

ID	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Body	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4
Mineral	Px-gm	Px-gm	Px-gm	Px-gm	Px-gm	Px-gm	Px-Fen	Px-Fen	Px-Fen	Px-Fen	Px-Fen
SiO ₂	52.37	52.36	53.11	50.64	52.92	51.75	54.31	50.09	53.89	53.12	52.22
TiO ₂	0.75	0.54	0.61	1.26	0.49	1.33	0.30	0.38	0.25	0.59	0.91
Al ₂ O ₃	1.63	2.24	1.03	2.63	1.25	1.79	1.27	1.40	1.48	1.87	2.02
FeO	5.51	5.32	4.21	6.25	4.16	7.21	4.22	4.21	4.36	4.64	4.59
Cr ₂ O ₃	0.05	0.18	0.27	-	0.60	-	0.53	0.34	0.56	0.67	0.55
MnO	0.14	0.12	0.13	0.05	0.09	0.18	0.14	0.04	0.08	0.06	0.08
NaO	-	-	-	0.09	-	-	0.04	0.07	0.08	0.06	0.02
MgO	16.52	16.66	17.06	15.35	17.33	14.67	17.82	17.67	17.64	17.27	16.24
CaO	23.50	22.80	23.56	23.73	22.86	23.28	22.24	22.33	22.28	22.61	23.61
Na ₂ O	0.20	0.43	0.22	0.21	0.23	0.50	0.35	0.34	0.32	0.32	0.26
K ₂ O	-	0.01	-	0.06	0.10	-	0.03	0.05	-	0.04	0.02
TOTAL	100.67	100.66	100.20	100.27	100.03	100.71	101.25	96.92	100.94	101.25	100.52
WO ₁	44.92	44.03	45.37	45.31	44.36	44.49	43.20	43.37	43.44	43.62	45.68
EN ₁	44.94	45.52	46.56	42.36	47.51	40.64	48.62	48.32	48.31	47.22	44.94
FS ₁	8.41	8.15	6.45	9.68	6.40	11.21	6.46	6.46	6.70	7.12	7.13
Q	1.98	1.95	1.98	1.97	1.96	1.94	1.94	2.01	1.94	1.94	1.95
J	0.03	0.06	0.03	0.03	0.03	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04
WO	46.17	45.39	46.48	47.45	45.46	47.07	44.09	44.45	44.30	44.94	47.36
EN	45.16	46.15	46.83	42.71	47.95	41.27	49.16	48.94	48.81	47.76	45.33
FS	8.67	8.46	6.69	9.84	6.60	11.67	6.75	6.61	6.89	7.29	7.31
WEF	98.60	96.99	98.45	98.50	98.37	96.47	97.55	97.61	97.75	97.75	98.15
JD	-	-	-	-	-	-	2.45	-	2.25	-	-
AE	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.04	-	0.03	-	0.02	0.02

Tabla 2: Composición de piroxenos (diópsido) en Yzu-4. Donde, Px-gm corresponde a cristales de la matriz y Px-Fen a fenocristales/micro-fenocristales.

Las espinelas como micro-fenocristales son raras en YZU-4; sin embargo, micro-inclusiones opacas con formas euhedrales se observan en feno/mega-cristales de olivinos. En la matriz la espinela esta mejor representada y se presentan en forma de cristales cúbicos algo irregulares de alrededor de <0,2 mm y ellas presentan un contenido de Cr₂O₃ <1% de Al₂O₃ entre 2,29-2,56%; de MgO entre 1,42-2,50% de TiO₂ entre 20,22-18,60% y de MnO <1% (Tabla 3). Estas características químicas permiten encuadrarles como magnetita magnesiánica titanífera y como magnetita titanífera. Las inclusiones de YZU-4 son de cromita con Cr₂O₃ 36,4-56,26% donde xeno-cristales serian aquellos con TiO₂ <1% y magmáticas aquellas con TiO₂ superiores a 1% (Tabla 3).

En Yzu-4, los feldespatoideos/zeolitas (en alto porcentaje modal) isotrópicos se representan como una de las principales fases minerales presentes en la matriz de la roca. El crecimiento de cristales redondeados seriados que van desde <0,3 a > 0.5 mm (Fig. 8 C) y ellos son vistos como estando inter-penetrados y mostrándose claros a turbios debido a su alteración. Las características químicas permiten encuadrarles como analcimas (Na₂O > K₂O) de bajo contenido de Fe₂O₃ (<1%)(Tabla- 4).

Sanidinas en Yzu-4 se presentan en la matriz intersticial, en forma de listones límpidos de cristales irregulares, sin embargo pueden en parte estar algo alterados. Los feldespatos van desde sanidina a sanidina sódica (Na₂O llegando a 3.88%) con altos a marcadamente altos niveles de Fe₂O₃ (0.17-3.33%) y marcado a muy altos porcentajes de BaO (hasta 4.31%)(Tabla 5). Las características químicas permiten encuadrarles como Fe-Sanidinas ricas en Ba y Na. En YZU-4 los anfíboles se ven como *virutas* muy pequeñas de color marrón y ocupando intersticial-mente los espacios entre feldespatos, resultando en difícil resolución óptica. Sus características químicas (un cristal analizado) sugieren tratarse de grunerita rica en K₂O (> 0,50 K).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Un segundo muestreo del estudiado dique Yzu-4 (Presser et al., 2014) por Presser (1998), Gibson et al. (1996) y Vladykin (datos no publicados), se realizó en el afloramiento in situ de un cuerpo ancho (más de 5 metros) de roca no deteriorada y que se mostró ser muy rica (20-25%) en mega-cristales de olivino (Fig. 8 A) que de acuerdo con lo interpretado en las Fig. 4 y 5 se trataría de la roca sub-volcánica del cono alimentador (*feeder*)

o roca magmática del que habría sido el lago central de lava (*central lava lakes*) como descrito por Stachel *et al.* (1994) junto a los *pipes* de olivino lamproitas de Ellendale 4 y 9. Yzu-4 se trataría de un dique marginal, similar al de la Fig. 6, conectado con el citado cono alimentador (Fig. 4 y 5) dentro de una probable *pipe* de unos 900 x 900 metros de diámetro o 81 hectáreas.

La intrusión formaría parte del grupo de lamproitas de la porción norte de la Cordillera del Ybytyruzú y alrededores (o *Campo de lamproitas del Ybytyruzú*, Fig. 2) y de otras rocas alcalinas del Mesozoico (~130 Ma) de la Cordillera del Ybytyruzú.

Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ad	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4
Analisis	Crom-I	Crom-I	Crom-I	Crom-I	Crom-I	Crom-I	Crom-I	Crom-I	Crom-I	Sp-gm	Sp-gm	Sp-gm	Sp-gm	Sp-gm	Sp-gm	Sp-gm	Sp-gm	Sp-gm	Sp-gm	Sp-gm
SiO2	0.17	0.1	0.27	0.16	0.12	0.12	0.3	0.21	1.06	0.13	0.46	0.17	0.69	0.29	0.34	1.08	0.15	1.33	1.19	0.2
TiO2	0.99	1.04	1.47	1.42	1.64	1.65	8.63	3.95	1.96	19.27	19.6	19.26	19.55	19.45	19.16	21.34	19.43	18.44	19.85	18.18
Al2O3	7.93	6.37	9.21	6.83	8.08	8.16	4.55	7.54	8.69	2.51	2.33	2.53	2.24	2.41	2.26	2.47	2.3	2.42	2.68	2.5
Cr2O3	55.26	51.34	52.64	51.03	49.85	48.97	19.04	36.4	44.96	0.03	0.25	0.13	0.15	0.08	0.14	0.23	0.05	0.18	0.01	0.45
V2O3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TFeO	21.4	25.1	21.8	26.2	28.7	34.4	62.0	38.5	32.0	72.0	71.9	70.8	70.6	72.5	72.1	68.2	72.2	70.1	69.5	70.5
NiO	0.18	0.07	0.23	0.19	0	0	0.02	0.14	0.14	0	0	0.07	0.13	0.1	0	0	0	0.04	0.08	0.03
MnO	0.15	0.2	0.3	0.23	0.32	0.46	0.54	0.26	0.36	0.75	0.93	0.69	0.89	0.79	0.95	0.73	0.86	0.98	0.74	0.72
MgO	11.98	10.03	12.76	10.56	10.85	6.69	4.54	9.5	8.68	2.43	1.48	2.8	1.33	1.88	2.43	1.67	2.06	1.25	1.59	2.6
ZnO	0	0.17	0	0.09	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ																				
Fe2O3	6.3	8.53	7.15	9.42	10.93	10.08	29.12	17.85	9.99	27.84	25.77	27.35	24.53	27.11	27.92	20.1	27.47	24.31	22.59	28.12
FeO	15.05	16.55	14.61	16.79	17.75	24.3	32.89	20.61	21.96	44.18	46.12	43.44	46.1	45.35	44.19	48.14	44.76	45.81	46.94	42.41
Σ	98.01	94.40	98.64	96.72	99.54	100.43	99.63	96.71	97.80	97.14	96.94	96.44	95.61	97.46	97.39	95.76	97.08	94.76	95.67	95.21
Si	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.04	0.00	0.02	0.01	0.03	0.01	0.01	0.04	0.01	0.05	0.04	0.01
Al vi	0.31	0.26	0.36	0.28	0.31	0.32	0.19	0.30	0.35	0.11	0.10	0.11	0.10	0.10	0.10	0.11	0.10	0.11	0.12	0.11
Fe+3	0.17	0.25	0.19	0.26	0.29	0.28	0.82	0.49	0.27	0.82	0.77	0.81	0.74	0.80	0.82	0.61	0.82	0.74	0.68	0.85
Ti	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.23	0.10	0.05	0.53	0.54	0.53	0.55	0.54	0.53	0.60	0.54	0.52	0.56	0.51
Cr	1.46	1.43	1.36	1.38	1.30	1.31	0.52	0.98	1.21	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01
V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fe+2	0.43	0.49	0.41	0.49	0.50	0.70	0.98	0.61	0.63	1.38	1.45	1.36	1.47	1.42	1.38	1.52	1.40	1.47	1.49	1.35
Ni	0.00	0.00	0.01	0.01	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-	-	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02
Mg	0.60	0.53	0.62	0.54	0.53	0.34	0.24	0.48	0.44	0.13	0.08	0.15	0.07	0.10	0.13	0.09	0.11	0.07	0.09	0.14
Zn	-	0.00	-	0.00	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σcation	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
ΣO	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Mg#	0.58	0.52	0.61	0.52	0.52	0.33	0.19	0.44	0.41	0.09	0.05	0.10	0.05	0.07	0.09	0.06	0.07	0.05	0.06	0.10
Cr#	0.82	0.84	0.79	0.83	0.81	0.80	0.74	0.76	0.78	0.01	0.07	0.03	0.04	0.02	0.04	0.06	0.01	0.05	0.00	0.11
Fe#	41.68	48.35	39.49	47.61	48.36	67.38	80.71	55.59	59.03	91.24	94.68	89.88	95.19	93.24	91.24	94.25	92.56	95.44	94.39	90.34
Si	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.04	0.00	0.02	0.01	0.03	0.01	0.01	0.04	0.01	0.05	0.04	0.01
Ti	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.23	0.10	0.05	0.53	0.54	0.53	0.55	0.54	0.53	0.60	0.54	0.52	0.56	0.51
Al	0.31	0.26	0.36	0.28	0.31	0.32	0.19	0.30	0.35	0.11	0.10	0.11	0.10	0.10	0.10	0.11	0.10	0.11	0.12	0.11
Cr	1.46	1.43	1.36	1.38	1.30	1.31	0.52	0.98	1.21	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01
V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fe	0.60	0.74	0.60	0.75	0.79	0.97	1.80	1.10	0.91	2.20	2.22	2.17	2.21	2.22	2.20	2.13	2.22	2.21	2.17	2.19
Ni	0.00	0.00	0.01	0.01	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-	-	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02
Mg	0.60	0.53	0.62	0.54	0.53	0.34	0.24	0.48	0.44	0.13	0.08	0.15	0.07	0.10	0.13	0.09	0.11	0.07	0.09	0.14
Zn	-	0.00	-	0.00	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σcation	1.50	1.42	1.52	1.46	1.51	1.48	1.44	1.46	1.47	1.37	1.35	1.36	1.33	1.36	1.37	1.34	1.36	1.32	1.34	1.34
ΣO	3.92	3.88	3.91	3.87	3.85	3.86	3.59	3.75	3.86	3.59	3.62	3.59	3.63	3.60	3.59	3.70	3.59	3.63	3.66	3.58
(ACF)2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Mg2SiO4	0.57	0.35	0.89	0.55	0.40	0.41	1.04	0.72	3.60	0.48	1.70	0.62	2.59	1.06	1.24	4.03	0.55	5.02	4.44	0.74
Mn,Fe)2Z	48	2.75	3.62	3.65	4.08	4.19	22.56	10.16	5.00	52.96	54.42	53.15	55.09	53.53	52.55	59.88	53.64	52.29	55.63	50.84
Mn,Fe)2Z	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mn,Fe)2Z	15.59	13.21	17.79	13.77	15.75	16.24	9.32	15.20	17.38	5.41	5.07	5.47	4.95	5.20	4.86	5.43	4.98	5.38	5.89	5.48
Mn,Fe)2Z	72.87	71.41	68.22	69.01	65.17	65.39	26.16	49.23	60.32	0.04	0.36	0.19	0.22	0.12	0.20	0.34	0.07	0.27	0.01	0.66
Fe2O4	8.49	12.27	9.48	13.02	14.61	13.77	40.92	24.69	13.70	41.12	38.45	40.57	37.16	40.09	41.15	30.32	40.76	37.05	34.03	42.27
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Tabla 3. Composición de espinelas en Yzu-4. Donde, Crom-I corresponden a inclusiones de cromita en feno/mega-cristales de olivino y Sp-gm a cristales de la matriz (magnetita magnesiana titanífera y magnetita titanífera).

ID	1	2	3	4
Body	YZU-4	YZU-4	YZU-4	YZU-4
Mineral	Zeolita	Zeolita	Zeolita	Zeolita
SiO ₂	55.25	56.38	55.92	55.8
TiO ₂	0	0	0	0
Al ₂ O ₃	24.62	24.7	24.89	24.55
FeO	0.03	0.2	0.13	0.07
MnO	0.04	0	0.03	0
MgO	0.07	0.04	0.08	0.03
CaO	0.11	0.13	0.19	0.15
Na ₂ O	10.43	9.22	10.26	10.36
K ₂ O	0.12	0.08	0.08	0.11
BaO	0.04	0	0	0
Total	90.71	90.75	91.58	91.07

Tabla 4. Composición de analcimas en Yzu-4.

ID	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Body	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4	Yzu-4
Mineral	SAN	SAN	SAN	SAN	SAN	SAN	SAN	SAN	SAN	SAN	SAN	SAN	SAN
SiO ₂	65.67	59.23	61.66	62.18	61.2	61.57	63.65	61.56	61.11	63.37	67.69	66.47	64.12
TiO ₂	0.19	0.02	0.16	0	0.45	0	0.02	0.02	0	0	0	0.02	0.1
Al ₂ O ₃	20.37	21.86	19.23	19.12	21.15	16.98	19.33	17.32	17.24	17.13	20.09	20.64	16.37
Fe ₂ O ₃	1.12	1.25	1.17	1.16	0.60	2.66	0.71	2.72	3.08	2.55	0.20	0.17	3.33
MnO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MgO	0.51	1.1	1.24	1.18	0.05	0.02	0.27	0.06	0.08	0.17	0.08	0.07	0.08
BaO	0.27	0.04	0.19	0.11	4.31	1.49	0	1.79	2.6	1.08	0.12	0	1.21
CaO	0.34	0	0	0	0.27	0	0	0	0	0	0	0	0
Na ₂ O	3.88	0.81	1.11	1.97	4.5	0.12	0.09	0	0.18	0.36	0.12	0.21	0.17
K ₂ O	9.21	14.12	14.05	13.14	7.24	16.06	15.06	15.35	15.27	14.74	13.22	13.85	15.15
TOTAL	101.56	98.43	98.81	98.86	99.77	98.90	99.13	98.82	99.56	99.40	101.52	101.43	100.53
AB	38.3	8	10.7	18.6	47.8	1.1	0.9	0	1.8	3.6	1.3	2.3	1.7
AN	? 1.9	0	0	0	? 1.6	0	0	0	0	0	0	0	0
OR	59.8	92	89.3	81.4	50.6	98.9	99.1	100	98.2	96.4	98.7	97.7	98.3

Tabla 5. Composición de sanidinas (Fe-Sanidinas ricas en Ba y Na) en Yzu-4.

Geoquímicamente, Yzu-4 es una roca básica con valores elevados de Mg, y K; bajos tenores de Ti, Al, Ca, Fe y en parte también Na y esta enriquecida en Ni, Cr, Ba, Zr, Rb, Sr y La. Los bajos valores de proporciones molares K_2O/Na_2O , K_2O/Al_2O_3 y Niggli-K serían debido a procesos de alteración (Mitchel y Bergman, 1991); sin embargo el valor Molar $(K_2O+N_2O)/Al_2O_3$ es típicamente per-alcalino característico de lamproítas. Del mismo modo, las proporciones de Niggli-mg (alta) K_2O/Na_2O ; Ba/Yb y La/Yb y además Th/Zr Vs Nb/Zr son todas más propias de lamproítas (con la razón Nb/Zr compatible con olivino lamproita, como publicó Smith, 1987). Donde sus relaciones isotópicas (Gibson *et al.*, 1996) de 87-Sr/86-Sr: 0.707366 y 143-Nd/144-Nd: 0.511720 son comparables con las lamproítas del Oeste de los Estados Unidos (Leucite Hills,

Smoky Butte, Prairie Creek) que se cree que se derivan de un manto sub-litosférico continental Arcaico (Gibson *et al.*, artículo ya citado) también estudiado por Chalapathi Rao *et al.* (2005).

En Yzu-4 los feno/mega-cristales de olivino son ricos en moléculas de forsterita (Fo₇₅-Fo₈₉). Olivinos que presentan abundantes inclusiones-diminutas de cromita (Cr₂O₃: 36,4-56,26%) como ya fue publicado por Wagner y Velde (1986) en lamproítas europeas (Cancarix, Calasparra, Jumilla, Barqueros, Orciatico, etc.); Jaques *et al.* (1986) en la segunda generación de olivinos del pipe de olivino lamproita Argyle y Dejan (2003) en lamproítas de rocas ultrapotásicas serbias.

Los piroxenos en la muestra Yzu-4 aparecen como feno-cristales y en cristales de la matriz y tienen bajos niveles de Al₂O₃ (1,27 a 2,63%)

moderado a alto TiO_2 (0,25-1,33%) y bajos de Na_2O (<0,51%); i.e., un diópsido titanífero con bajo aluminio, similares, por ejemplo a diópsidos de las lamproitas de Kapamba (Scott Smith *et al.*, 1986); de las lamproitas de *rocas ultrapotásicas serbias* (Dejan, 2003) y como también al de las

lamproitas de *Krishna valley* (Chalapathi Rao *et al.*, 2010). La Fig. 4 muestra que ellos en un gráfico Ti-Al (apfu) se sitúan en un campo propio para lamproitas/orangeitas (cf. Mitchell, 1995 y también Mitchell y Bergman, 1991).

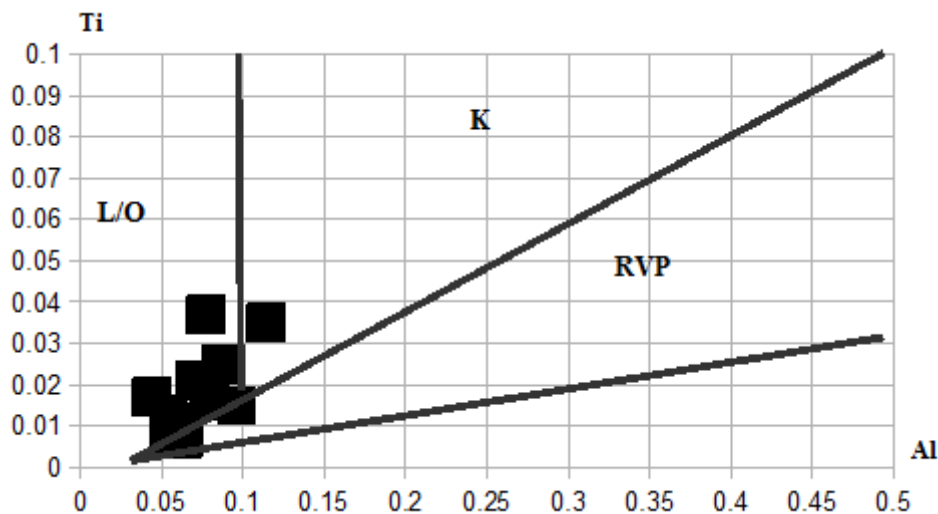


Fig. 9: Ti-Al (apfu) de los diópsidos de Yzu-4 ocupan un campo propio para lamproitas y orangeitas (L/O); evidenciando estar lejos de asemejarse a los piroxenos tipo *Roman Volcanic Province* (RVP) o del de los kamafugitos (K), un gráfico basado en Mitchell y Bergman (1991) y Mitchell (1995).

En Yzu-4 se registraron micas raras como micro-fenocristales (mega cristales centimétricos fueron observados en las muestras tipo Fig. 8 A) y el análisis químico de una de ellas presenta alto: #Mg, Cr_2O_3 y Al_2O_3 , y moderado contenido de TiO_2 ; i.e., flogopita aluminosa titanífera. Se tratarían de xeno-cristales como los encontrados en algunos afloramientos de lamproitas (cf. Mitchell y Bergman, 1991).

Las magnetitas magnesianas titaníferas; magnetitas titaníferas y las inclusiones de cromitas (en olivinos) de Yzu-4 fueron lanzadas en gráficos $\text{Fe}^{3\#} - \text{Fe}^{2\#}$ y $\text{Ti}^{3\#} - \text{Cr}^{3\#}$ muestran más propiamente un *trend* lamproítico (Mitchell, 1986 y 1995) y un *trend* marcadamente diferente del *trend* de lamproítico picrítico calco alcalino Ymi-1 (Presser, 1998; Presser *et al.*, 1999) con quien es comparado, Fig. 10 y 11.

La Fe-Sanidinas ricas en Ba y Na de Yzu-4 cuando son expresadas en un gráfico Or Vs Fe_2O_3

(Fig. 12) son sanidinas de afinidad lamproítica y comparables por su alto contenido de Fe_2O_3 , y al mismo tiempo en Na_2O y BaO, a los feldespatos alcalinos que ocurre en las lamproitas de Jumilla (Venturelli *et al.*, 1991). Del mismo modo, por su alto contenido en Fe_2O_3 y MgO son comparables a lamproitas de *Krishna Valley* (Chalapathi Rao *et al.*, 2010); por su alto contenido en BaO similares a las sanidinas de las olivino lamproitas de Argyle (Jaques *et al.*, 1986) y así mismo a lamproitas de otras localidades mundiales (cf. p.ej. Mitchell 1985; 1995; Mitchell y Bergman, 1991).

Como en los piroclastos micro porfiríticos de olivino lamproitas de Argyle (Jaques *et al.*, 1986); las lamproitas de Kapamba (Scott Smith *et al.*, 1989); las lamproitas de Moon Canyon y las lamproitas de Smoky Butte (Mitchell, 1985) -la leucita en Yzu-4 habría sido pseudomorfizada por mezclas íntimas de analcima sanidina y otros minerales.

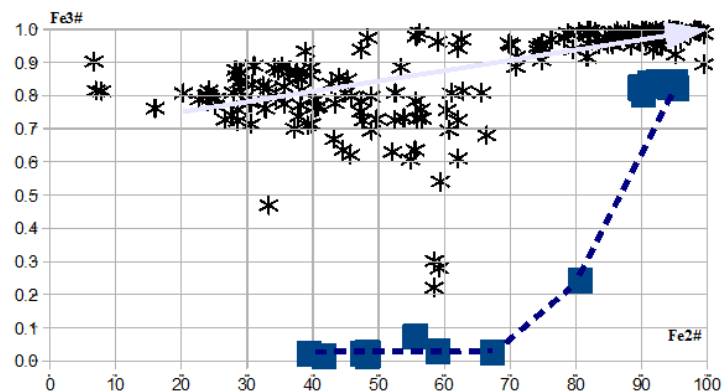


Figura 10. Gráfico $\text{Fe}^{3\#}$ ($\text{Fe}_3/(\text{Fe}_3+\text{Al}+\text{Cr})$) - $\text{Fe}^{2\#}$ ($\text{Fe}/(\text{Fe}+\text{Mg})$) de las magnetitas magnesianas titaníferas; magnetitas titaníferas y las inclusiones de cromitas (en olivinos) de Yzu-4 que muestran un *trend* propio de lamproitas (Mitchel y Bergman, 1991)(línea de trazo discontinuo) y a la vez diferente del *trend* del lamprófido picrítico calco-alcálido Ymi-1 (Presser, 1998) (signos en asterisco) indicado por la flecha.

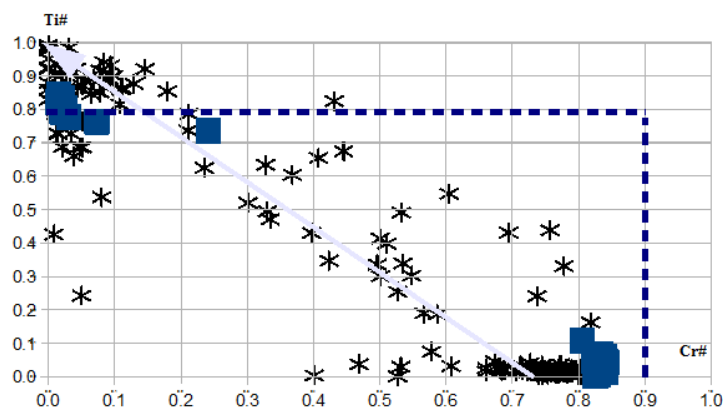


Fig. 11: Gráfico $\text{Ti}^{\#}$ ($\text{Ti}/(\text{Ti}+\text{Al}+\text{Cr})$) - $\text{Cr}^{\#}$ ($\text{Cr}/(\text{Al}+\text{Cr})$) de las magnetitas magnesianas titaníferas; magnetitas titaníferas y las inclusiones de cromitas (en olivinos) de Yzu-4. También aquí Yzu-4 muestran un *trend* propio de lamproitas (Mitchel, 1995)(línea de trazo discontinuo) y a la vez diferente del *trend* del lamprófido picrítico calco-alcálido Ymi-1 (Presser, 1998) (en asterisco) indicado por la flecha.

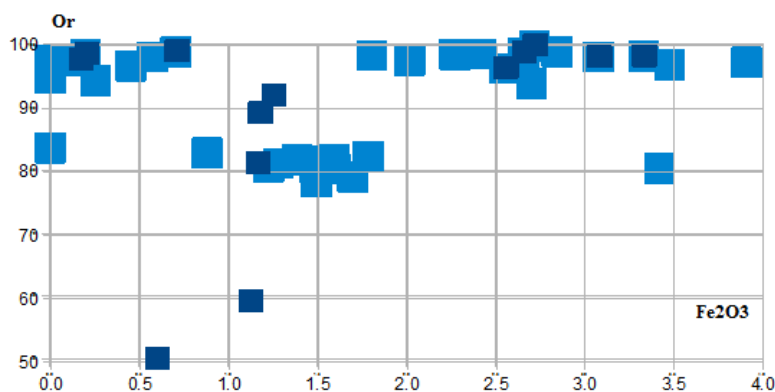


Fig. 12: Gráfico Or (porcentaje de ortosa) Vs $\text{Fe}_2\text{O}_3\%$. Las sanidinas ricas en Ba y Na de Yzu-4, son también ricas en Fe, como propio de sanidinas en lamproitas, en el gráfico se comparan con sanidinas de flogopita lamproita (Yzu-6)(Presser et al., 2014; Vladykin et al., 2014) y leucita-lamproitas (Yzu-1 e Yzu-2)(Presser et al., artículo ya citado). Yzu-4 en cuadros oscuros.

Petrograficamente Yzu-4 (Presser, 1998) es una roca con textura lamprofídica (típica característica de lamprófidos, lamproitas, orangeitas y kimberlitas; *cf.* Mitchell y Bergman, 1991; Mitchell 1986; 1995 y referencias). La roca está formada por abundantes (~15 a en rocas recientemente muestreadas 25%) fenomegacristales de olivino forsterítico (i.e. carácter picrítico como las olivina lamproitas; *cf.* por ejemplo Stachel *et al.*, 1994), diópsido con bajo Al, Cr-flogopita (xeno-cristales) sumergidos en una matriz granular fina formada por leucita (analcimitizada), espinelas (magnetita magnesiano titanífera y magnetita titanífera), diópsido con bajo Al e intersticialmente Fe-Sanidinas ricas en Ba y Na. De esta forma se puede concluir que Yzu-4, más propiamente, se trataría de una olivino lamproita:

SANIDINA DIÓPSIDO ANALCIMA, OLIVINO LAMPROITA

La Olivino lamproita Yzu-4 no es muy diferente a lamproitas muy ricas en olivino de Kapamba (Scott Smith *et al.*, 1989), olivino lamproitas de Prairie Creek (Dunn, 2002), olivino lamproitas de *Ellendale Field* (Stachel *et al.*, 1994), olivino lamproitas de Argyle (Jaques *et al.*, 1986), olivino lamproitas de *Rose Dome* del *Lamproite Occurrences of Southeast Kansas* (Cullers y Berendsen, 2011) y olivino lamproitas de *Yakokut complex, Aldan shield* (Mues-Schumache *et al.*, 1995 y también Vladykin, 1997).

La olivino lamproita Yzu-4 como comentado en Presser *et al.* (2014) ocurre, junto con otros cuerpos de lamproitas, en la zona de enjambre de diques lamproíticos, diques de mineta y otros tipos de rocas alcalinas del Mesozoico del área NNW de la Cordillera del Ybytyruzú (Bitschene, 1987; Presser, 1998) y por lo mismo encuadrándose con el 4to. tipo de complejos de lamproitas sugeridas por Vladykin (2008).

La intrusión de muy probable un *pipe* de olivino lamproita Yzu-4, fue sugerida por la interpretación de imágenes de satélite Landsat 4-5 y 7 (Fig. 4 y 5) (tarea como también realizada por Mainkar *et al.*, 2004 para la intrusión de la kimberlita Tokapal, Bastar District, Chhattisgarh,

India), aparece a menos de 1500 metros del *pipe* de olivino lamproita rica en micas y con diamantes Yzu-3 descrita en Presser *et al.* (2014) y Presser (2016).

Como se indica en la Fig. 2 y 3 el campo de lamproitas Ybytyruzú (Presser *et al.*, 2014; Vladykin *et al.*, 2014 y Presser, 2016) se asienta sobre el profundo (al menos 250 Km de profundidad) corazón Archon (indiviso) del cratón Rio de la Plata (Presser, artículo ya citado).

Lo aquí comentado enfatiza la importancia de Yzu-4, más aun considerando que se trataría no de una simple intrusión sino mas bien “*la punta del ovillo*” de un *pipe* con la posibilidad de ser diamantífera. De esta forma, se esperan interesantes novedades realizando futuros estudios desarrollados sobre este potencial *pipe* de olivino lamproita.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen las debidas sugerencias de los revisores de este trabajo. Los análisis de química mineral fueron realizados gracias al apoyo logístico y técnico brindado por el Prof. Dr. Excelso Ruberti y el Prof. Dr. Celso de Barros Gomes, a ellos el mayor reconocimiento.

REFERENCIAS

- Bergman, S.C., 1987. Lamproites and others potassium-rich igneous rocks: a review of their occurrence, mineralogy and geochemistry. In: FITTON & UPTON (eds.). *Alkaline Igneous Rocks*. Geol. Socie. Spec. Publ., 30: 103-190.
- Bitschene, P.R., 1987. Mesozoischer und Kanozoischer anorogener magmatismus in Ostparaguay: arbeiten zur geologie und petrologie zweier Alkaliprovinzen, Ph.D. Dissertation, Heidelberg University, Heidelberg, Germany, (en Alemán).
- Carller, G. y Lorand, J.P., 1997. First occurrence of diopside sanidine phlogopite lamproite in the Andean Cordillera: the Huacancha and Morojarja dikes, southern Peru. *Can. 6. Earth Sci.* 34: 1118-1127.
- Chalapathi Rao, N.V., Kamdeb, G., Kaleb, H.S. y Dongrec, A., 2010. Petrogenesis of the Mesoproterozoic Lamproites from the Krishna Valley, Eastern Dharwar Craton, Southern India, *Precambrian Research* 177: 103-130.
- Chalapathi Rao, N.V., Gibson, S.A., Pyle, D.M., Dickin, A.P. y Day, J., 2005. Petrogenesis of Proterozoic Lamproites and Kimberlites from the Cuddapah Basin and Dharwar Craton, Southern India: a Reply. *Journal of Petrology*, Volume 46 Number 6 Pages: 1081-1084.
- Cullers, R.L. y Berendsen, P., 2011. Mineralogical and Chemical Evolution of Lamproites in Woodson and Wilson Counties, Southeastern Kansas. *Kansas Geological Survey Technical Series* 22, 41pp.

- Dejan, P., 2003. A Geochemical And Petrological Study Of The Tertiary Ultrapotassic Province In Serbia And Its Relation With Other Serbian Volcanic Provinces. PhD. Dissertation, Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, Greifswald.
- Dunn, P.D., 2002. Xenolith Mineralogy And Geology Of The Prairie Creek Lamproite Province, Arkansas. PhD. Diss. The University of Texas at Austin, USA:
- Gibson, S.A., Thompson, R.N., Dickin, A.P. y Leonardos, O.H., 1996. High-Ti and low-Ti mafic potassic magmas: Key to plume-lithosphere interactions and continental flood-basalt genesis. *Earth and Planetary Science Letters*, 141: 325-341.
- Jaques, A.L., Haggerty, S.E., Lucas, H. y Boxer, G.L., 1989. Mineralogy and petrology of the Argyle (AK1) lamproite pipe, Western Australia. *Spec. Publ. Geol. Soc. Austr.*, 14: 153-169.
- Mainkara, D., Lehmann, B. y Haggerty, S.E., 2004. The crater-facies kimberlite system of Tokapal, Bastar District, Chhattisgarh, India. *Lithos* 76: 201-217.
- Mitchell, R.N., 1985. A review of mineralogy of Lamproites. *Trans. Geol. Soc. S. Africa*, 88: 411-437.
- Mitchell, R.N., 1986. Kimberlites: Mineralogy, geochemistry and petrology, Plenum Press, 442 pp.
- Mitchell, R.N. 1995. Kimberlites, orangeites, and related rocks. Plenum Press, 410 pp.
- Mitchell, R.N. y Bergman, S.C., 1991. Petrology of lamproites. Plenum press, New York. 447 pp.
- Mues-Schumacher, U., Keller, J., Konova, V. y Suddaby, P., 1995. Petrology and age ultramafic (lamproitic) rocks Yakokut complex, Aldan Eastern Siberia determinations of the from the Shield. *Mineralogical Magazine*, Vol. 59: 409-428.
- Presser, J.L.B., 1991. Characterization of lamproites from Paraguay (South America). In: Fith Inter. Kimb. Conf. Extend. Abstr. CPRM Spec. Publ. 2/91. Brasilia.
- Presser, J.L.B., 1992. Geologia da Folha 5569-III La Colmena, Paraguai Oriental. São Paulo, 205 p. Diss. de Mestrado, IGUSP.
- Presser, J.L.B., 1994. Characterization of lamproites from Paraguay (South America). In: Meyer & Leonardos (eds.), Kimberlites, Related Rocks and mantle Xenoliths, *Spec. Publ. J/B Jan 94* (1): 211-217.
- Presser, J.L.B., 1998. Mineralogical facies of Mesozoic lamprophyric rocks of Central Alkaline Province, Eastern Paraguay. PhD. Thesis, IG-USP, Sao Paulo, (en Portugués).
- Presser, J.L.B., 2016. Diamantes en Paraguay, Cincuenta Años de Ocurrencia. *Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Parag.* Vol. 20, nº 2: 154-187.
- Presser, J.L.B., Ruberti, E., De Barros Gomes, C. y Garda, G.M. 1999a. El pipe de kentallenito (lamprófidio calcoalcalino) Ymi-1, que ocurre junto al rift de Asunción en el Paraguay Centro-Oriental: Una nueva fuente primaria para el diamante. 1º Simposio Sobre El Cretácico De América Del Sur/V Simposio Sobre O Cretáceo Do Brasil. Universidade Estadual Paulista – UNESP. p. 161-165.
- Presser, J.L.B. y Vladyskin, N.V. 1999b. Consideraciones sobre los Lamproitos del Campo Ybytyruzú, Dpto. Del Guairá, Paraguay Oriental. Jornadas Científicas sobre la Geología del Paraguay. Dpto. Geología/FACEN/UNA. & Drec. Recursos Minerales/SME/MOPC.
- Presser, J.L.B., Vladyskin, N.V. y Iwanuch, W., 2000. Lamproites of the Ybytyruzú Field, Guairá Department, Eastern Paraguay. Abstract of the 31th International Geological Congress. Rio de Janeiro.
- Presser, J.L.B., Bitschene, P. R. y Vladyskin, N.V., 2014. Comentarios Sobre La Geología, La Petrografía Y La Química Mineral De Algunas Lamproitas De La Porción Norte De La Cordillera Del Ybytyruzú, Paraguay Oriental. *Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Parag.* (en edición).
- Presser, J.L.B. y Bitschene, P.R., 1990 The Guairá-Paraguairí Alkaline Province (GPAP Eastern Paraguay): Geochemical Constrains on Mesozoic K-rich Intracontinental Rocks. In: 1º Coloquio de Rocas Magmáticas de Paraguay, San Lorenzo, Dep. Geol. Fac. Ciencias Nat. & Exactas. Resumos.
- Rex Diamond Mining Corporation, 2003. Diamond discoveries in Paraguay - New finds in Mauritania - Joint Venture with Jindal in India - Resumption of operations in South-Africa. <http://www.rexmining.com/> (accesado en 2004) .
- Scott-Smith, B. H., Skinner, E. M. W. y Loney, P. E., 1989. The Kapamba lamproites of the Luangwa Valley, Zambia. *Geol. Soc. Austral. Spec. Pub.* 14, 189-205.
- Smith, C.B., 1987. Geochemistry of Victorian Murray Basin Pipes compared to kimberlite and lamproite. C.R.A. Exploration LYT Limited, Belmont-Australia, 13 pp.
- Stachel, T.; Lore, V., Smith, C.B., y Jaques, A.L., 1994. Evolution of Four Individual Lamproite Pipes, Ellendale Volcanic Field (Western Australia). In: Meyer & Leonardos (eds.), Kimberlites, Related Rocks and mantle Xenoliths, *Spec. Publ. J/B Jan 94* (1): 177-194.
- Venturelli, G., Capeori, S., Barbieri, M., Toscani, L., Salvio-Marlani, E. y Zerbi, M., 1991. The Jumilla lamproite revised: a petrological oddity. *Eur. Journal of Mineral.*, 3: 123-145.
- Vladyskin, N. V., 1997. Geochemistry and genesis of lamproites from the Aldan Shield. *Geol. Geophys.* 38(1), 123-135 (en Ruso).
- Vladyskin, N. V., 2008. Formation types of lamproite complexes systematization and chemism. 9th International Kimberlite Conference Extended Abstract No. 9IKC-A-00409.
- Vladyskin, N.V., Bitschene, P.R. y Presser, J.L.B., 2014. Lamproitas de la Porción Norte de la Cordillera del Ybytyruzú, Paraguay Oriental: Yzu-6. Anais/VI Simpósio Brasileiro de Geologia do Diamante 3rd South American Symposium on Diamond Geology. Pato de Minas, Minas Gerais. pp. 25-28.
- Wagner, C. & Velde, D., 1986. The mineralogy of k-richterite-bearing lamproites. *American Mineralogist*, 71: 17-37.

Requested reviews: 4

Finished reviews: 2